

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

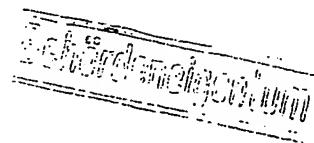
(11) DE 3602687 A1

(51) Int. Cl. 4:

H 02 K 19/02

H 02 K 41/03

// H02K 3/18



(71) Anmelder:

Weh, Herbert, Prof. Dr.-Ing., 3300 Braunschweig, DE

(72) Erfinder:

Weh, Herbert, Prof. Dr.-Ing.; May, Hardo, Dipl.-Ing.,  
3300 Braunschweig, DE

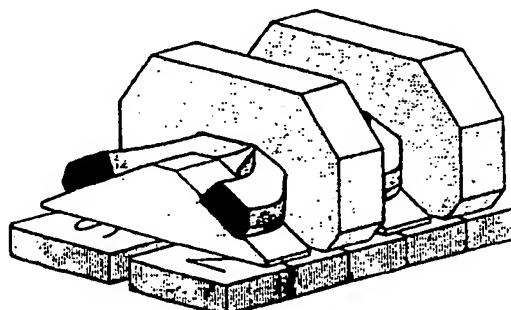
DE 3602687 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## (54) Permanenterregte Synchronmaschine mit Transversalflußpfaden

Es werden Ausführungsformen von Anker- und Magnetanordnung angegeben mit dem Ziel, große Wicklungsquerschnitte bei kleiner Polteilung zu realisieren, um damit eine günstigere Bemessung und günstigere Eigenschaften von elektrischen Maschinen zu verwirklichen. Hierdurch sind größere Kräfte je Einheit der aktiven Polflächen (Kraftdichten) mit kleineren Verlusten der Ankerwicklung und somit geringerer Materialaufwand bei hohem Wirkungsgrad erreichbar.

Gemeinsam ist den Vorschlägen, daß Konfigurationen der Magnetkreise angegeben sind, deren Teile die Ankerwicklung quer zur Bewegungsrichtung mehrseitig umschließen, z. B. Bild 6. Der magnetische Fluß wird so zumindest in Teilbereichen transversal geführt. Es sind Spulen vorgesehen, die (bezogen auf ihre Querschnittsmitte) in Bewegungsrichtung eine größere Ausdehnung als die Polteilung besitzen. Sie erstrecken sich z. B. über mehr als zwei Polteilungen, ehe sie in Querrichtung geschlossen werden und zurücklaufen. Eine etwas wellenförmige Spulenanordnung führt auf zusätzliche Materialeinsparungen bei den magnetischen Kreisen und lässt eine Reduktion der Streuflüsse zu. Die Anordnungen sind durch ihre begrenzte Ausdehnung in Querrichtung besser als herkömmliche Ankerformen (mit überstehenden Wicklungsenden) zur Ausführung von doppelt wirkenden Scheibenmaschinen geeignet. Hierdurch lassen sich sehr große Leistungen je Rotorscheibe und kurze Baulängen bei begrenztem Maschinendurchmesser erzielen.



DE 3602687 A1

### **Patientansprüche**

1. Elektrische Maschine zur Umwandlung elektrischer in mechanische Leistung und umgekehrt, bestehend aus einem beweglichen und einem feststehenden Teil mit einer Ankerwicklung, die abschnittsweise ohne Überlappung einsträngig ausgeführt ist und Ankerelementen aus Weicheisen, deren Teilung gleich der des Erregerfeldes ist, wobei der magnetische Fluß mindestens in Teilstrecken in transversaler Richtung verläuft, dadurch gekennzeichnet, daß Teile der Ankerspule (Spulenseiten) vom Weicheisenpolelement quer zur Bewegungsrichtung auf drei Seiten umschlossen werden und die Ausdehnung der Spule bezogen auf ihre Querschnittsmitte in Bewegungsrichtung länger ist als eine Polteilung.

2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Spulen verwendet werden, deren Gesamtlänge in Bewegungsrichtung nicht größer als die doppelte Polteilung sind und die dabei jeweils einen Pol umschließen (Bild 3).

3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Spulen verwendet werden, die mehr als einen Pol umschließen und in der Teilung der Pole wellenförmig strukturiert sind, wobei die Wellentiefe kleiner als die Polteilung ist.

4. Elektrische Maschine nach obigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß einphasige Ankerabschnitte der beschriebenen Ausführung mit einer entsprechenden Winkelversetzung auf einen Läufer mit gleichmäßiger Teilung wirken, wobei der Wechselstrom der Ankerspulen in den einzelnen Abschnitten phasenverschoben ist.

5. Elektrische Maschine nach obigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere einphasige Teilsysteme sich auf mehrere Rotoren aufteilen, die entsprechend phasenverschoben betrieben und bezogen auf die Rotorteilung räumlich versetzt angeordnet sind.

6. Elektrische Maschine nach obigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Gruppe der einsträngig gespeisten Ankerelemente eine wechselnde Polarität durch eine Flußrückführung entsteht, die durch eine magnetisch leitfähige Verbindung zwischen Nachbarpolen (Bild 3 und 4) bei entgegengesetzter Stromrichtung zweier Teilstränge der Ankerspule ( $S_1, S_2$ ) entsteht.

7. Elektrische Maschine nach obigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Gruppe der einsträngig gespeisten Ankerelemente eine wechselnde Polarität durch wechselweise Ankererregung von zwei verschiedenen Seiten des Rotors und durch magnetische Rückschlüsse auf der jeweils dem aktiven Teil entgegengesetzten Seite (Bild 6) entstehen.

8. Elektrische Maschine nach obigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Gruppe der einsträngig betriebenen Ankerelemente die Polarität zwischen Null und einem Maximalwert (bei benachbarten Polen) schwankt und hierzu jedes zweite Element in gleichem Sinne erregt wird, das Nachbarelement jedoch passiv ausgeführt ist und zur Ableitung des magnetischen Restflusses vom Nachbarelement (als Schirm) Verwendung findet (Bild 7, 8).

9. Elektrische Maschine nach obigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere der be-

schriebenen Anordnungen quer zur Bewegungsrichtung angeordnet sind und gemeinsam auf einen Rotor bzw. Translator wirken.

10. Elektrische Maschine nach obigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß nicht zur Erregung der Polelemente beitragende Spulenrückführungen dadurch vermieden werden, daß nebeneinanderliegende oder sich auf verschiedenen Rotorseiten gegenüberstehenden Elementgruppen mit der Hin- und Rückleitung von Spulen versorgt werden, z.B. Bild 9.
  11. Elektrische Maschine nach obigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß Gruppen gleichphasig betriebener Ankerelemente in ihrer Position zum Rotor durch eine (mechanisch oder elektromechanisch betriebene) Stellvorrichtung bewegt werden können.

## Beschreibung

Zielsetzung

Soll das Verhältnis von Ankerdurchflutung zu Wicklungsquerschnitt niedrig gehalten werden, so läßt sich dies bei Ausführung kleiner Polteilungen in der bekannten Form der Längsflußführung nach Bild 1 über einen bestimmten Wert hinaus nicht verbessern.

Eine Vergrößerung des Spulenquerschnitts scheitert daran, daß gleichzeitig der flußführende Eisenquerschnitt eingeschränkt werden muß.

Letzteres geht auch aus Bild 2 hervor, das den Schnitt durch eine Spulenanordnung zeigt. Es ist hierbei angenommen, daß es sich um eine Wechselstrommaschine handelt, die i.a. über einen Bereich von mehreren Polen des Stators mit Einphasen-Wechselstrom betrieben wird. Um die Schubbildung zeitlich zu vergleichmäßigen, wird in bekannter Weise eine vielpolige Anordnung in mehrere Abschnitte unterteilt, die jeweils winkelversetzt angeordnet und mit zeitlich phasenverschobenen Strömen betrieben werden.

Die symmetrische Anordnung nach Bild 2 lässt also nur in sehr eingeschränkter Form, insbesondere nur in Verbindung mit einer überproportionalen Vergrößerung der Verluste eine Steigerung der Ankerdurchflutung zu.

In Bild 2 umschließt die stromführende Spule  $S$  einen Pol  $B$  des Ankers. Der von der Spule mit dem Querschnitt  $q$  erzeugte magnetische Fluß durchsetzt zunächst den Pol  $B$  und wird über die angrenzenden Pole  $A$  und  $C$  zurückgeführt. Hierzu wird das Joch / benötigt.

Soll die Vergrößerung der Ankerdurchflutung ohne Erhöhung der Stromdichte durchgeführt werden, verlangt dies eine entsprechende Vergrößerung des Wicklungsquerschnitts q.

Darin wurde das Verfahren der transversalen Führung des magnetischen Flusses und die Einführung modifizierter Wicklungsanordnungen beschrieben. Die einschränkende Wirkung des magnetischen Kreises nach Bild 1 für die Ausführung grösserer Spulenquerschnitte kann hierdurch weitgehend aufgehoben werden.

5 Im folgenden werden Lösungen beschrieben, die dem Grundgedanken von P 35 36 538 entsprechen und ihn weiter ausformen. Sie sind damit von Bedeutung für den Bau hochausgenützter Maschinen.

Gemeinsames Kennzeichen der zu beschreibenden Lösung ist, daß der magnetische Kreis das Feld auf Teilstrecken oder insgesamt in transversaler Richtung führt und dabei die Spulenform von der Darstellung des Bildes 1 abweicht.

#### Ankeranordnung mit Polspaltung und teilweise transversaler Flußführung

Um größere Spulenquerschnitte für die Ströme des Ankers zu realisieren, kann z.B. mit Bild 3 so vorgegangen werden, daß der Ankerpol A in leicht modifizierter Form gegenüber Bild 1 beibehalten und der Pol B in die Teipole B 1 und B 2 aufgespalten wird. Die Verbindung zwischen den Polen A und B erfordert Weicheisenteile, die das magnetische Feld jeweils quer zur Bewegungsrichtung (transversal) führen. Dies geht besonders deutlich aus der räumlichen Darstellung des Bildes 4 hervor. Im Bild 4 ist weiter dargestellt, daß die Teipole B 1 und B 2 durch die Verbindungsstücke V1 und V2 den Anschluß an das Joch J erhalten. Gegenüber der Anordnung nach Bild 1 ist beim Pol A der Polansatz hauptsächlich in seitlicher Richtung vorgesehen.

Wie das Beispiel Bild 3 im Vergleich zu Bild 2 zeigt, läßt das Verfahren der Polspaltung im Ankerkreis ohne nennenswerte Verbreiterung quer zur Bewegungsrichtung eine beträchtliche Vergrößerung des Spulenquerschnitts zu. Die Spulenausdehnung in der Bildebene wurde gegenüber Bild 1 verdoppelt.

Bei Anordnungen mit konventioneller Form (Bild 1) ist die Nuttiefe meist aus Gründen der Zusatzverluste begrenzt. Dies gilt besonders dann, wenn die Nutbreite ebenfalls gering ist. Die Anordnungen nach Bild 3 und 4 weisen diesbezüglich deutlich günstigere Bedingungen auf; sie führen auf kleinere Zusatzverluste und lassen demgemäß auch (in vertikaler Richtung) größere Nuttiefen zu.

Damit kann wie in Bild 4 angedeutet, der Spulenquerschnitt q um weit mehr als einen Faktor 2 vergrößert werden.

Dem steht eine geringfügig erhöhte Eisenmasse (Verbindungsstücke V1 und V2) gegenüber, die jedoch weit geringer ist als die mögliche Vergrößerung der Kraft.

Noch etwas günstiger als die Spulenanordnung des Bildes 3 ist diejenige des Bildes 5. Hierbei sind die Teile des magnetischen Kreises praktisch identisch mit jenen des Bildes 3 bzw. 4. Die Spule ist nun durch die Öffnung im Polteil B in Längsrichtung zum Nachbarpol C durchgeführt. Trotz der gewählten Meanderform der Leiter ergibt sich insgesamt eine kleinere mittlere Spulenlänge als in Bild 3 und Bild 1. Der Spulenquerschnitt läßt sich auch wieder (wie in Bild 3) groß dimensionieren. Die Stromrichtung beider Spulenstränge ist unterschiedlich, so daß die Magnetisierung für die Pole A, C usw. wirksam bleibt, während B, D usw. direkt keine Erregung erfahren. Dies ist ganz ähnlich, wie beim Erregungskonzept der konventionellen Ankeranordnung nach Bild 1.

Um die zwischen den Polen auftretenden Streuflußkomponenten zu beurteilen, sei darauf verwiesen, daß der Übergang von der Anordnung in Bild 1 zu der in Bild 3 eine Vergrößerung der Kleinstwerte der Abstände zwischen den Ankerpolen (z.B. A gegenüber B) gebracht hat. Dieser Abstand ist entsprechend Bild 5 verdoppelt.

Den Bildern ist auch zu entnehmen, daß die vom Streufeld durchsetzten Flächen durch die Änderung des magnetischen Kreises gegenüber Bild 1 nicht vergrö-

bert sondern verkleinert wurden. Es ist damit zu erkennen, daß sich die Streuleitwerte durch die geometrischen Änderungen im Vergleich zur konventionellen Anordnung nicht vergrößern müssen.

Der größte Teil des Streuflusses zwischen angrenzenden Polen liegt im luftspaltnahen Bereich dort, wo nach Bild 5 die Spule schräg zur Mitte hin geführt wird. Aufgrund der gewählten Abstände (große Spulenausdehnung) und aufgrund der geringen Streuflußanteile im Bereich der Pole (z.B. A und B gerade Spulenanteile) entsteht auch eine vergleichsweise geringe Stromverdrängung im Leiterquerschnitt. Dies ermöglicht wie schon erwähnt eine Vergrößerung der Spulenabmessung in senkrechter Richtung, (Nuttiefe).

Die Ankerformen nach den Bildern 3 bzw. 4 und 5 sind somit auch im Hinblick auf die Vermeidung von Streuflußanteilen und Zusatzverlusten als prinzipiell günstige Anordnungen zu verstehen.

Die angestrebte Vergrößerung der Ankerdurchflutung bedeutet allerdings insgesamt eine stärkere Betonung der stromabhängigen induktiven Spannungsabfälle.

#### Ankeranordnungen mit transversaler Flußführung

Die Anordnung nach Bild 5 läßt sich dadurch abwandeln, daß auf die Jochverbindung aufeinanderfolgender Pole (z.B. zwischen A und B) verzichtet wird. Man kommt damit zur Maschinenkonfiguration des Bildes 6. In dieser Darstellung ist auch die Lage der Magnete mit eingezeichnet. Der untere Begrenzung kann auch als Mittelebene einer doppelseitigen Wandleranordnung oder aber einer einseitigen Anordnung, bei der dann ein Rückschluß zwischen den Magneten erforderlich ist, betrachtet werden.

Die doppelseitige Anordnung ist in Bild 7 dargestellt.

Die Magnetisierung der einzelnen Pole erfolgt wechselseitweise vom unteren und dann wieder vom oberen Ankerstrom aus. Obere und untere Ankerströme sind also in Gegenphase ( $180^\circ$ - Phasenverschiebung), so daß das gewünschte alternierende Ankerfeld entsteht. Die beiden Spulenhälfte eines Ankerelements, z.B. S1 und S2 führen nun im Gegensatz zu Bild 5 gleichgerichtete Ankerströme. In der Konfiguration des Bildes 7 sind die beiden Leiterbündel zu einer gemeinsamen Einheit S in der Mitte der Ankerelemente angeordnet. Damit sind bei dieser Anordnung höhere Nuten und etwas größere Abmessungen für die Weicheisenteile erforderlich.

Auch im Hinblick auf die Größe der zwischen den Polen auftretenden magnetischen Streuflüsse ist die Anordnung nach Bild 7 jener des Bildes 6 etwas unterlegen. Bei letzterer beschränkt sich der Streufluß überwiegend auf die unter den Leitern liegenden Polbereiche, während oben und zur Mitte hin (zwischen den Leitern) kaum Streufelder auftreten. Die gleichgerichtete Durchflutung der beiden Spulenhälfte bewirkt allerdings innerhalb des Polelementes B (in dessen Nutbereich) ein Steufeld (quer zur Bewegungsrichtung). Diese "Nutstreuung" ist im Vergleich zu derjenigen einer konventionellen Anordnung vergleichsweise klein, da die Nut sehr breit und das Polelement kurz ausgeführt ist.

Man kann also sagen, daß die Anordnung nach Bild 6 im Vergleich zur Konfiguration des Bildes 7 sowohl Verbesserungen hinsichtlich des Materialbedarfs als auch in Bezug auf die Streuung aufweist. Die wellenförmige Leiteranordnung bewirkt nur eine geringfügige Vergrößerung der für den Wicklungswiderstand wirksamen Spulenlänge. Sie ist auch jetzt noch kürzer als die Spu-

lenlänge nach Bild 1 und bedeutet in Anbetracht der beschriebenen Merkmale kaum einen Nachteil.

Gegenüber der Anordnung nach Bild 5 ist die leichtere Baubarkeit und einfache Herstellung der Ankerelemente nach den Bildern 6 und 7 hervorzuheben. Aus magnetischer Sicht sind die etwas größeren Anteile der Streuflußkomponenten zu erwähnen.

Wird unter den Magneten des Bildes 6 ein ebenes Weicheisenteil als Rückschlußelement für den magnetischen Fluß verwendet, so kann, wie erwähnt, diese Anordnung auch einseitig, d.h. mit Strömen und Anker-elementen nur auf einer Seite der Magnete angewendet werden. Es sind dann alle Polelemente B, D usw. aktiv erregt, während die Elemente A, C usw. die Funktion der Feldabschirmung für den entsprechenden Polbereich übernehmen. Die von den aktiven Elementen erregten Steuflußkomponenten treten hierdurch nicht in den Bereich der Permanentmagnete ein, sondern werden von den Schirmen aufgenommen und (zum Nachbarpol) zurückgeführt. Diese Schirmwirkung ist besonders hilfreich, wenn kleine Polteilungen angewendet werden und die Magnethöhe relativ groß ist und in die Größenordnung der Polteilung kommt.

Da im obigen Fall das den Magneten durchsetzende Ankerfeld nicht vorhanden ist, lassen sich die magnetischen Schirme mit etwas kleinerem Querschnitt dimensionieren, als die Rückschlußelemente der durch Bild 7 beschriebenen Wechselpolanordnung.

Es ist im allgemeinen zweckmäßig, zur Begrenzung des in den magnetischen Schirmen erzeugten Flusses den Abstand der Schirme zu den Magneten größer zu wählen als den Luftspalt bei den aktiven Polelementen. Auch die Anordnung eines zusätzlichen magnetisch wirksamen Spalts im Bereich der Schirmmitte kann den in der Querrichtung verlaufenden Fluß der Permanentmagnete schwächen. Es ist dabei zu bedenken, daß ein solcher Spalt allerdings auch die gewünschte Wirkung der Streuflußumlenkung durch den Schirm behindert. Somit ist für die Wirksamkeit des Schirms und die Begrenzung seiner Abmessungen ein Kompromiß zu schließen.

Eine weitere, die Größe der Kraftwirkung verdopelnde Version der Ankeranordnung entsteht, wenn mit Bild 8 die Anordnung zweiseitig ausgeführt wird. In dieser Anordnung magnetisieren beide Ankerseiten die sich gegenüberstehenden Polelemente, während die dazwischen angeordneten Schirme passiv sind. Es läßt sich zeigen, daß die Anordnung 8 prinzipiell der Anordnung 7 hinsichtlich der erzielbaren Kraftwirkung gleichwertig ist. In Bezug auf die Streuflußkomponenten und damit auch die Bemessung einzelner Teile der magnetischen Kreise bestehen kleinere Unterschiede.

Zur Unterdrückung von Wirbelströmen (und Eisenverlusten) sind alle Ankercruselemente geblecht oder in Pulvertechnologie ausgeführt.

Eine hinsichtlich des Feldverlaufs weitgehend symmetrische, in Bewegungsrichtung alternierend wirkende Anordnung mit 2 nebeneinander liegenden Ankerleitern S1, S2 und 2 Magnetreihen R1, R2 stellt Bild 9 dar. Die Ströme der beiden Leiter S1, S2 sind antiparallel, sodaß sie Teile einer Spule sein können.

Die Form der Polelemente P ist für aufeinanderfolgende Einheiten gleich.

Auch diese Konfiguration eignet sich gut für eine doppelseitige Anordnung zur Verdoppelung der Kraftwirkung. Hinsichtlich der auftretenden Streufeldkomponenten sind die unterhalb der Leiter S1, S2 sich gegenüberstehenden Polpartien zu beachten, während im

Raum oberhalb und zwischen den Leitern das Streufeld verschwindet. Innerhalb der Polelemente tritt wie auch bei konventionellen Formen eine Nutstreueung bei verkürzter Nutlänge auf.

5 Bild 10a zeigt einen Anker nach dem Konzept von Bild 9, dargestellt quer zur Bewegungsrichtung. Hierbei ist angenommen, daß die Leiter S1 und S2 geradlinig über mehrere Polelemente P verlaufen ehe sie in Querrichtung verbunden werden.

10 Wie Bild 10b zu entnehmen ist lassen sich bei gleichen Polabmessungen die Maße der Polelemente P verringern, wenn die Leiter S1, S2 in der oben beschriebenen Form, wellenförmig zwischen den Polelementen ausgebildet sind (z.B. entsprechend Bild 5). Die in Bild 10b gestrichelt gezeichneten Querschnitte S1' und S2' zeigen die Lage der Leiterumrisse im benachbarten Polelement. Der Versatz gegenüber S1, S2 ist verhältnismäßig klein, die Wellentiefe gering. Somit entstehen keine größeren Herstellungsprobleme und auch keine nennenswerte Widerstandserhöhung als Folge längerer Leiter. Durch die kleineren Abmessungen der Polelemente gehen auch die Streuflußanteile in ihrer Größe zurück.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Ausführungsformen von Anker- und Magnetenordnung angebbar sind, die im Hinblick auf große Wicklungsquerschnitte bei kleiner Polteilung günstigere Bemessungsbedingungen aufweisen als die bekannte Magnetkreisform nach Bild 1.

25 Gemeinsam ist den neuen Konfigurationen, daß Weicheisenteile eingesetzt werden, die Teile der Ankerwicklung in Querrichtung umschließen und somit transversale Flußkomponenten führen.

Wie die beschriebenen Formen der Ankerausbildung 35 zeigen, sind entweder Spulen vorgesehen, deren Ausdehnung in Bewegungsrichtung (bezogen auf ihre Mittellinie) größer als die Polteilung sind (Bild 3) oder es sind Spulen, die sich über mehr als zwei Polteilungen erstrecken und in der Hauptrichtung parallel zur Bewegungsrichtung verlaufen. Durch eine etwas wellenförmige Anordnung der Leiter lassen sich Beschränkungen des Materialaufwandes für das Eisen und Verringerungen der Streufelder erzielen. Anordnungen dieser Art sind in den Bildern 5, 6, 7, 8, 9 und 10 erfaßt.

40 Den Anordnungen ist gemeinsam, daß sie bedeutend größere Wicklungsquerschnitte und somit größere Ankerdurchflutungen bei begrenzten Wicklungsverlusten ohne nennenswerte Verbreiterung (quer zur Bewegungsrichtung) ermöglichen. Die erzielbare Kraft je 45 Flächeneinheit der Pole bzw. Magnete steigt hierdurch nennenswert an, ohne daß Reduktionen des Wirkungsgrades eintreten. Da es nun möglich ist, im Vergleich zu herkömmlichen Anordnungen auch die Polteilung zu verkleinern, lassen sich die beschriebenen Konfigurationen auch zu einer deutlichen Verbesserung des Wirkungsgrades und gleichzeitig einer starken Verminderung des Materialbedarfs (für Anker und Magnete) einsetzen.

Zur Begrenzung des Ankerfeldeinflusses bietet sich 50 die Vergrößerung der Höhe der Permanentmagnete an. Hierdurch kann gleichzeitig auch die Kommutierungszeit reduziert und deren Einfluß auf die erzielbare mittlere Schubkraft limitiert werden.

55 Im übrigen gelten die in P 35 36 538 beschriebenen Möglichkeiten zum Bau und Betrieb der in dieser Form neuartigen Maschinen. So lassen sich z.B. mehrere Reihen von Ankerelementen nebeneinander auf den Rotor bzw. Translator wirkend aufbauen. Auch eine Maschi-

nenkonfiguration mit mehr als einer Rotorscheibe weist durch Zusammenfassung von Teifunktionen Vorteile auf. Es lassen sich sowohl für die Weicheisenelemente Einsparungen erzielen (beim Doppelscheibenaggregat) als auch Spulenformen angeben wo z.B. benachbarte bzw. gegenüberliegende Ankerelemente Hin- und Rückleiter einer gemeinsamen Spule verwenden. Weiter besteht die Möglichkeit Gruppen von Ankerelementen gegenüber dem Rotor durch Stellorgane in ihrer Position zu verändern um so die Feldwirkung zu beeinflussen.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

3602687

Nummer: 36 02 687  
Int. Cl.<sup>4</sup>: H 02 K 19/02  
Anmeldetag: 30. Januar 1986  
Offenlegungstag: 6. August 1987

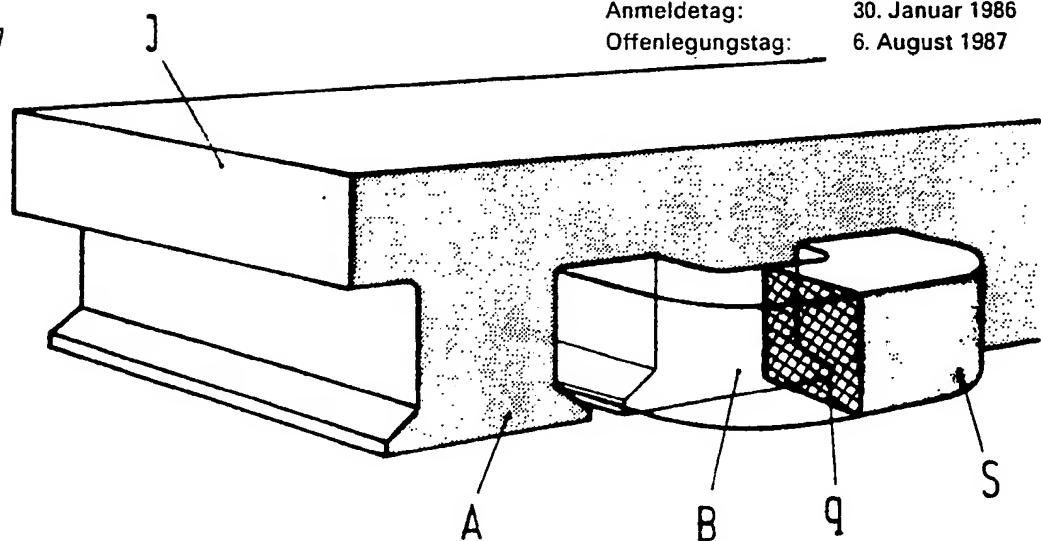


Bild 1

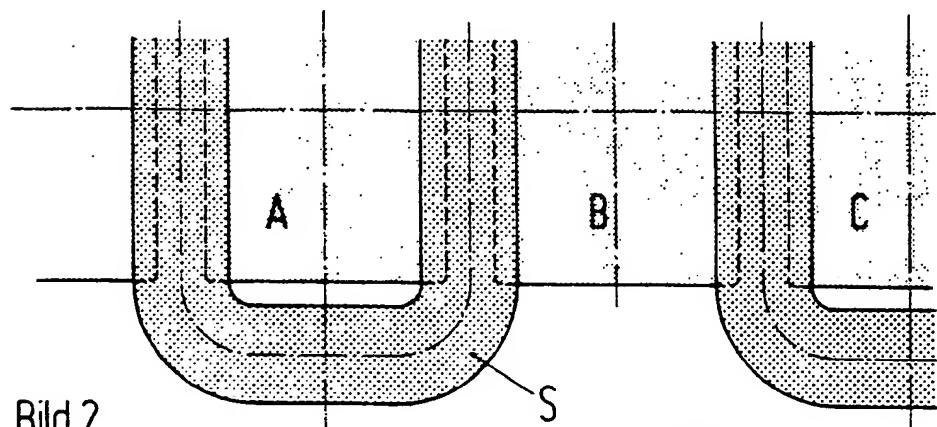


Bild 2

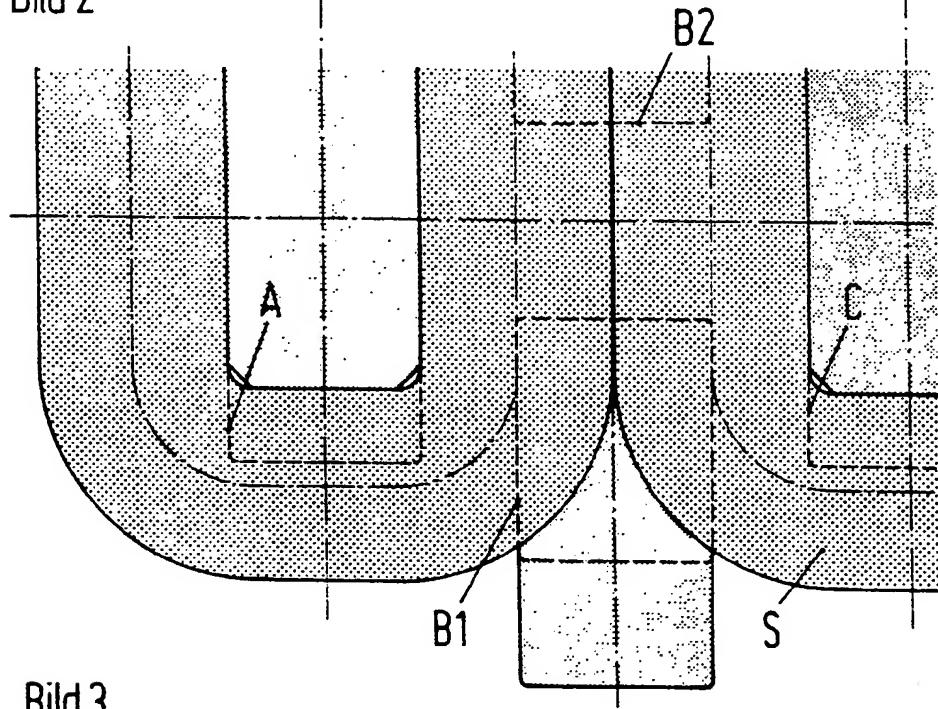


Bild 3

3602687

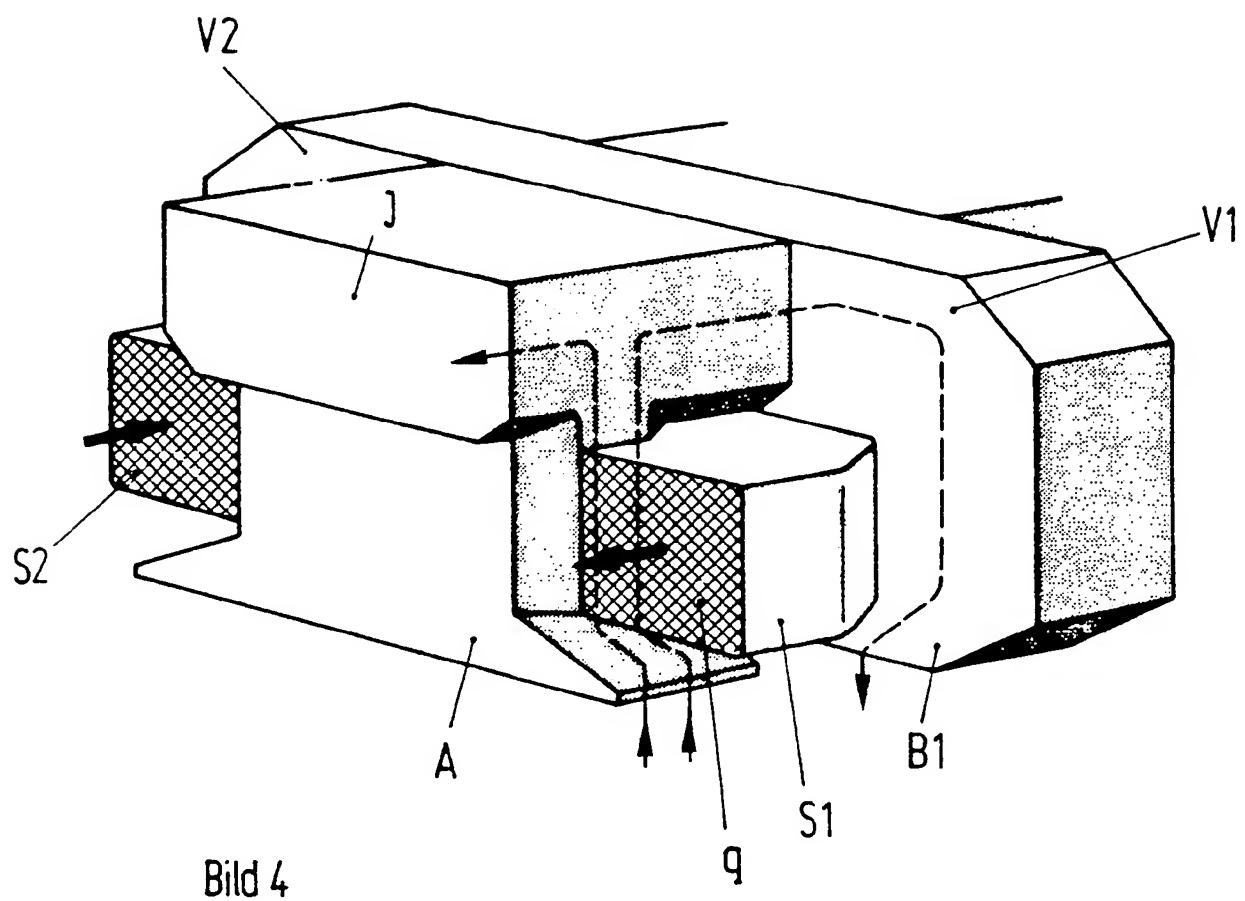


Bild 4

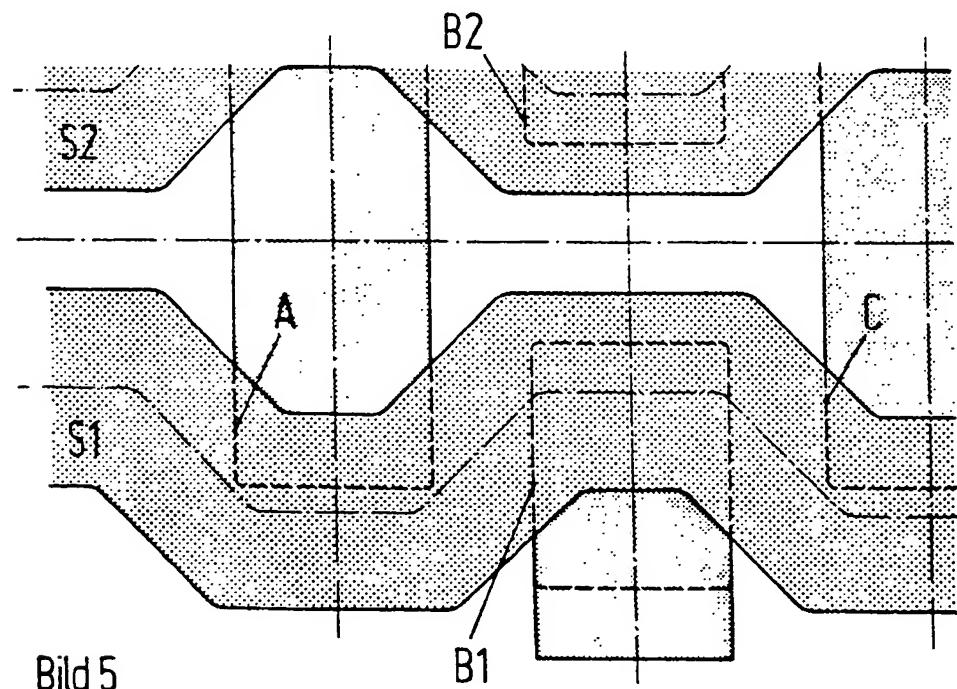


Bild 5

360-01-06

3602687

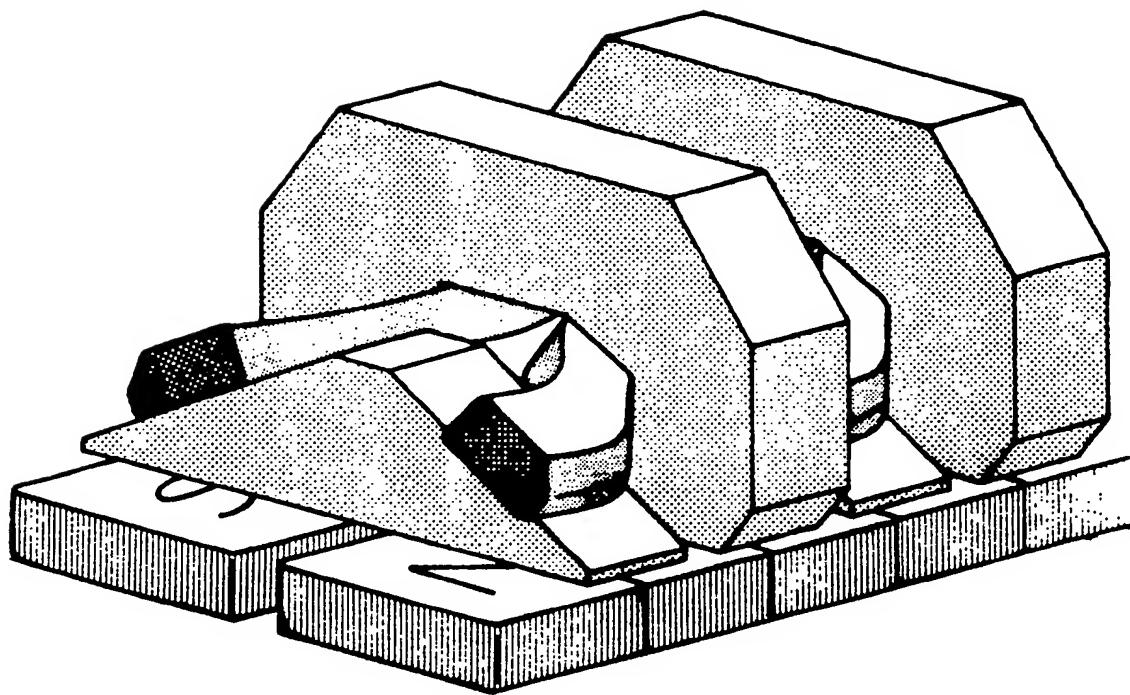


Bild 6

3602687

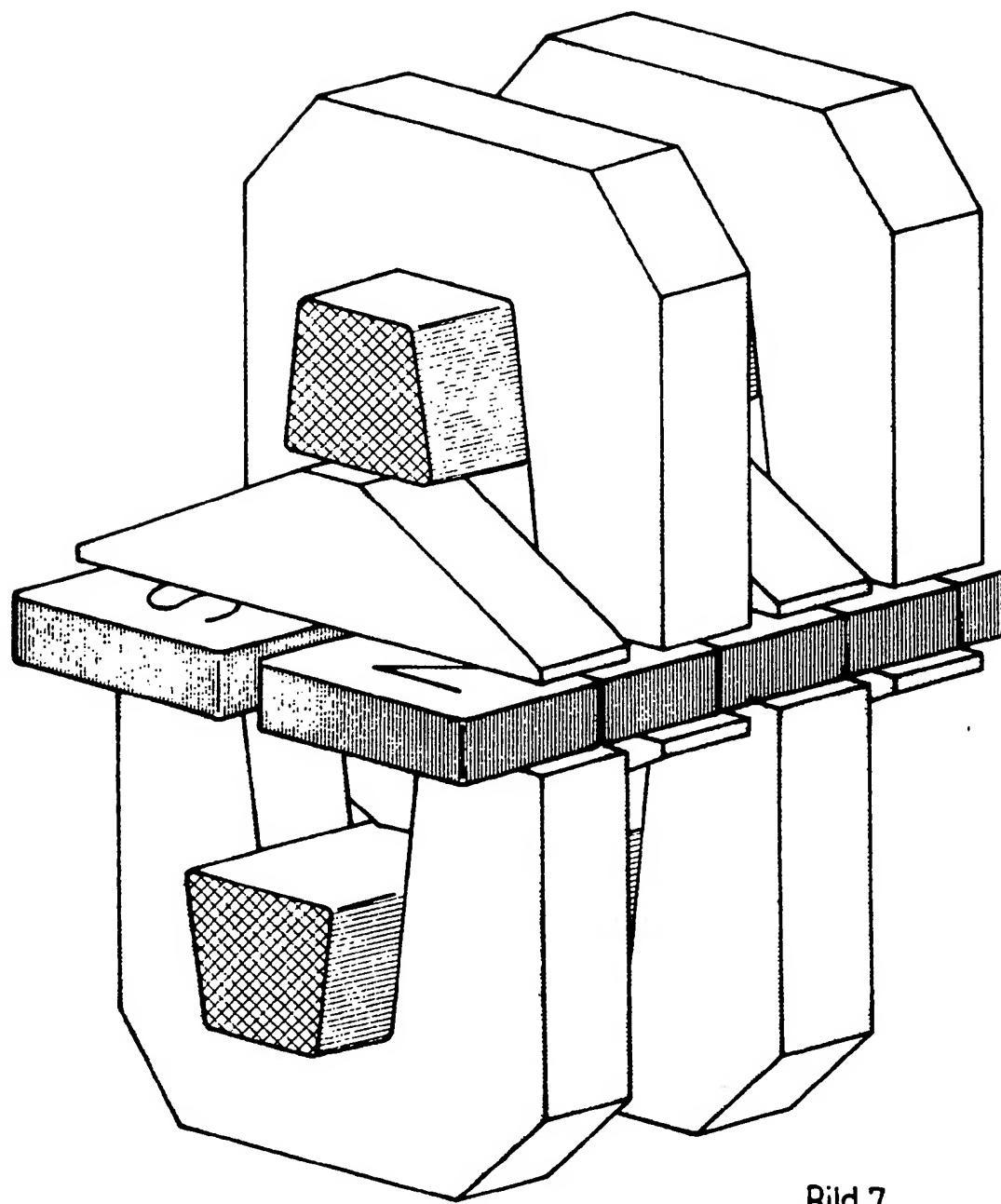


Bild 7

1001-03

3602687

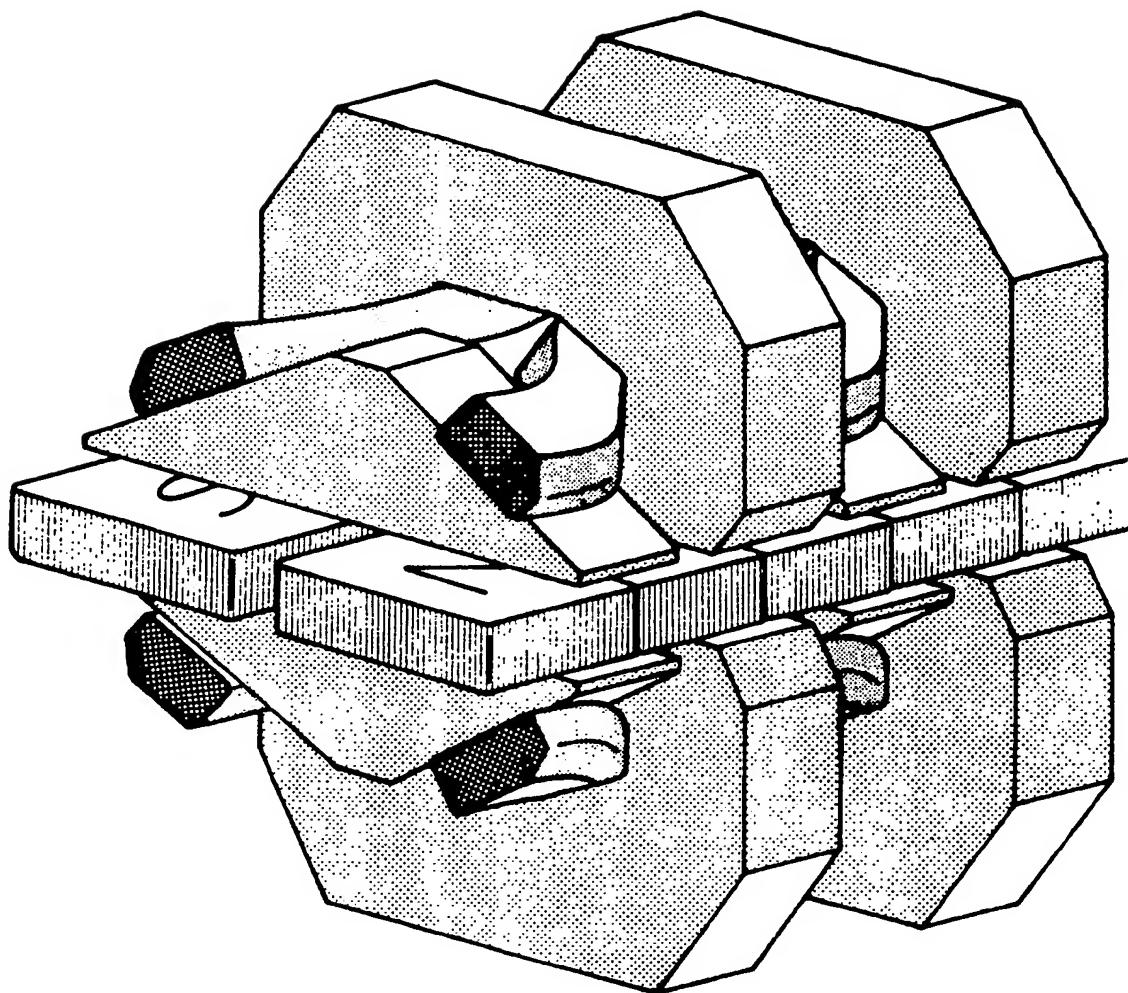
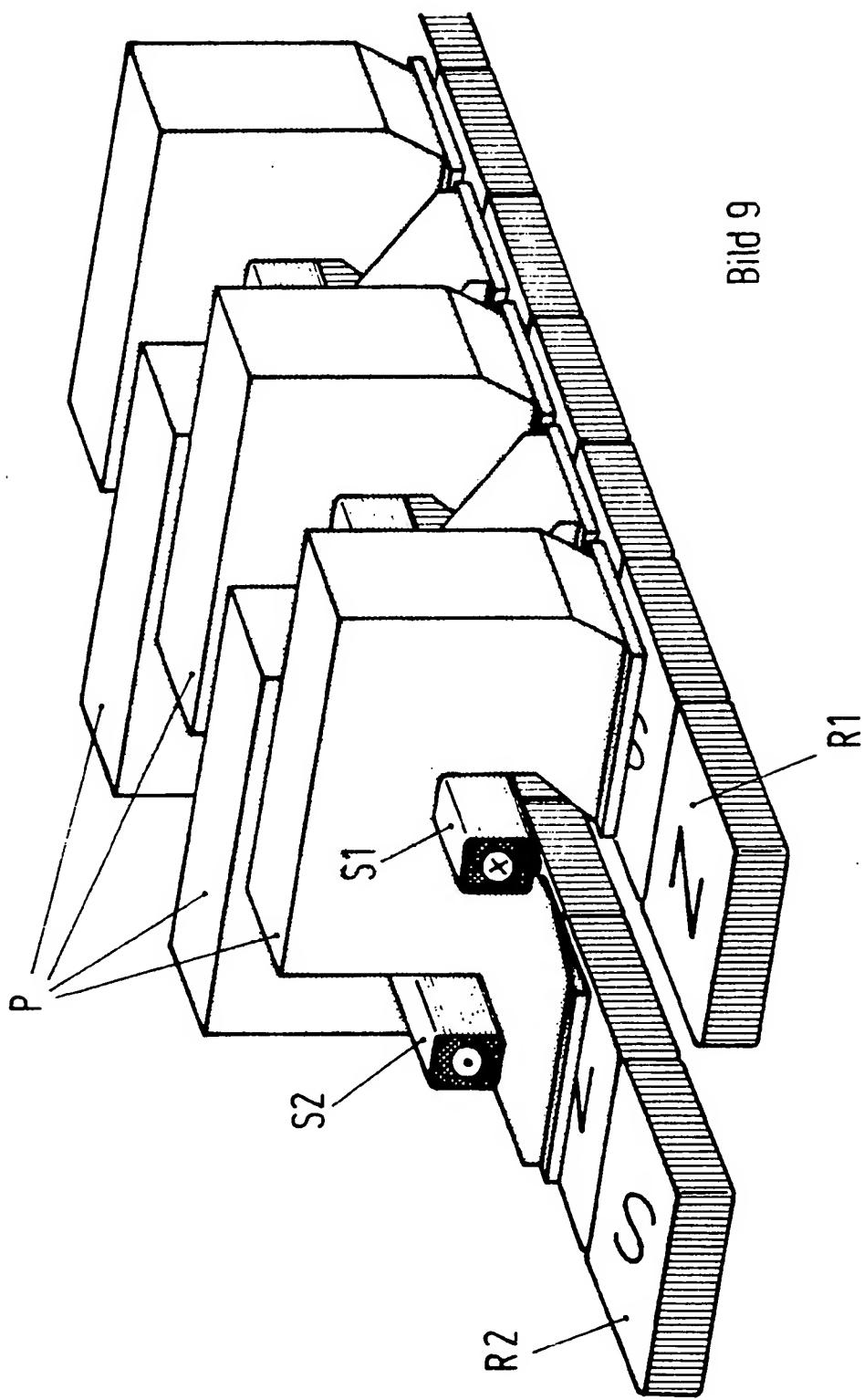


Bild 8

3602687

Bild 9



3602687

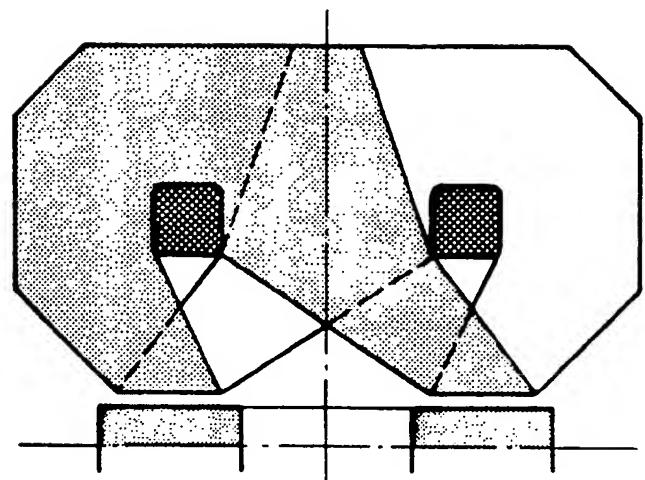


Bild 10a

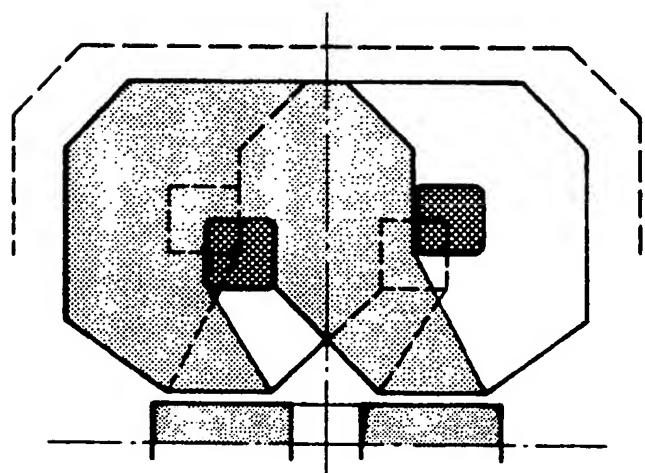


Bild 10b